

PRZEDSTAWIENIE WARIANTÓW TECHNOLOGII OBRÓBKİ KORPUSU GAZOMIERZA POPRZECZ WYBÓR ROZWIĄZANIA KONSTRUKCJI UCHWYTU MOCUJĄCEGO

Jan KACZMAREK¹, Sebastian LANGE¹, Robert ŚWIĘCIK², Artur ŻURAWSKI¹

1. WPROWADZENIE

Obróbka skrawaniem pozostaje nadal jedną z wiodących metod kształtowania części maszyn i urządzeń. Wiele zabiegów technologicznych wykonuje się przez usunięcie zewnętrznej warstwy materiału za pomocą skrawania, nawet w przypadku stosowania w danym procesie innych metod obróbki. Ważnym czynnikiem w procesie wytwarzania wyrobu jest opracowanie technologii. Oczekiwania i wymagania klientów, co do dokładności i jakości wytwarzanych produktów, ciągle rosną. Aby obniżyć koszty gotowego wyrobu bardzo istotnym czynnikiem jest optymalizacja technologii obróbki. Duże możliwości daje tu zastosowanie w procesie produkcyjnym obrabiarek sterowanych numerycznie, jak również zastosowanie najnowszych technik komputerowych w procesach projektowania. Użycie tych technik, do stosowanych technologii danego przedsiębiorstwa produkcyjnego, czyni je bardziej efektywnym, a dla inżyniera, technologa bądź konstruktora – przydatnym narzędziem poprawiającym wydajność pracy [1].

Istotną cechą każdej konstrukcji wyrobu jest jej technologiczność [2]. Dotyczy ona szczególnie uchwytów obróbkowych. Uchwyty powinny spełniać warunki funkcjonalności oraz niskiego kosztu wytworzenia, przy jednoczesnym zachowaniu wymagań jakościowych, odpowiednich zasad ustalenia i zamocowania przedmiotu obrabianego [3]. Innymi czynnikami, które należy uwzględnić podczas projektowania, są m.in.: minimalizacja masy uchwytu, krótki czas mocowania przedmiotów,

¹ COMMON S.A., ul. Aleksandrowska 67/93, 91-205 Łódź (www.common.pl)

² Politechnika Łódzka, Katedra Technologii Maszyn, ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź

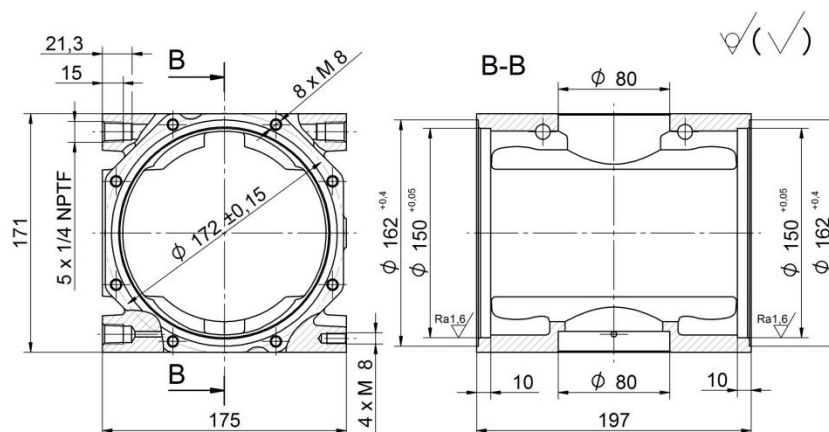
zastosowanie znormalizowanych elementów, minimalizacja liczby części składowych, a także bezpieczna obsługa [4].

W niniejszej publikacji przedstawiono sposób postępowania przy realizacji zadania opracowania technologii obróbki, poprzez zmianę konstrukcji przyrządu, w firmie Common S.A. - producenta systemów opomiarowania gazu. Technologia powinna przede wszystkim uwzględniać aspekt jakościowy i ekonomiczny, na który składają się takie elementy jak:

- wykorzystanie istniejącego parku maszynowego,
- wykorzystanie istniejącego oprzyrządowania,
- dążenie do zintegrowania jak największej liczby zabiegów obróbkowych w jednej operacji,
- możliwość osiągnięcia wysokich parametrów obróbki (sztywności zamocowania, mały wysięg narzędzia itp.).

2. PRZEDMIOT OBRABIANY

Zadanie technologiczne, jakie zostało przedstawione do zrealizowania, polegało na wdrożeniu do produkcji korpusu zewnętrznego gazomierza HTB. Wymagania geometryczne tego korpusu przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Rysunek wykonawczy korpusu żeliwnego

Materiałem wyjściowym korpusu jest odlew z żeliwa sferoidalnego EN-GJS-400-18-LT.

3. WARIANTY TECHNOLOGII DLA ANALIZOWANEGO KORPUSU

Wymagania w stosunku do technologii obróbki:

- minimalna liczba operacji,
- przystosowanie oprzyrządowania do obróbki na poziomych centrach frezarskich (dotychczas obróbka podobnych technologicznie elementów odbywała się jedynie na centrach pionowych),
- ze względu na małe naddatki obróbkowe wewnątrz korpusu, konieczne jest bazowanie na wewnętrznych powierzchniach przedmiotu obrabianego,
- skrócenie czasów obróbkowych poprzez zapewnienie sztywności układu OUPN.

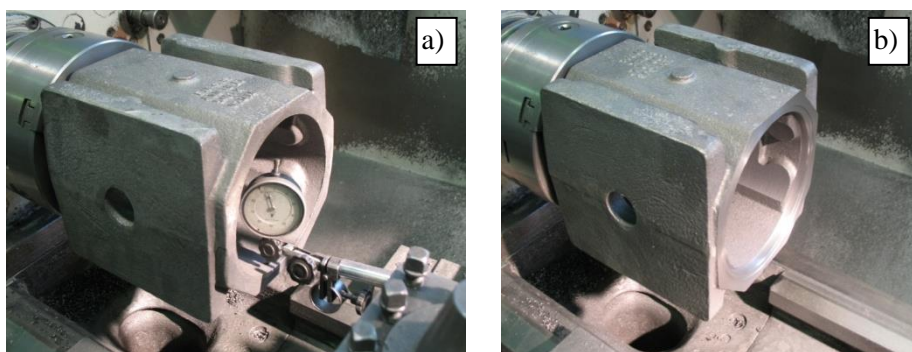
Analiza i wdrożenie odbyło się w trzech wariantach wynikających z wymaganego programu produkcji:

- wariant 1: produkcja jednostkowa wymagana do wytworzenia prototypów i serii pilotażowej,
- wariant 2: produkcja małoseryjna (10 szt./mc) w początkowym etapie produkcyjnym wykorzystująca część istniejącego oprzyrządowania dla produkowanych już technologicznie podobnych korpusów,
- wariant 3: produkcja seryjna (ok. 100 szt./mc) nowe i zmodyfikowane oprzyrządowanie pozwalające w pełni wykorzystać możliwości obróbcze maszyn i zminimalizować czas obróbki.

3.1. WARIANT PIERWSZY OBRÓBKII KORPUSÓW

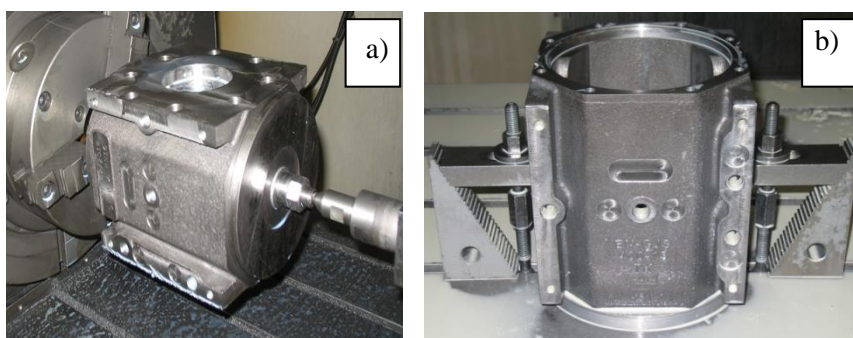
Proces technologiczny zawiera następujące operacje:

operacja 1 na tokarce konwencjonalnej, mocowanie w uchwycie trójszczekowym za nieobrobioną powierzchnię wewnętrzną – planowanie powierzchni czołowej oraz wytaczanie zamka (rys. 2a);



Rys. 2. Obróbka korpusu na tokarce konwencjonalnej: a) operacja 1– planowanie i toczenie zamka I strony korpusu, b) operacja 2– planowanie i toczenie zamka II strony

- operacja 2** na tokarce konwencjonalnej, mocowanie w uchwycie trójszczękowym za powierzchnię wewnętrzną, obrobioną w poprzedniej operacji – planowanie powierzchni czołowej oraz toczenie powierzchni wewnętrznej (rys. 2b),
- operacja 3** na frezarce CNC (4-osie), mocowanie na stole obrotowym, za pomocą tarcz dociskowych zamontowanych z obu stron korpusu i skręconych przy pomocy śruby, bazowanie na powierzchniach wytoczonych zamków w poprzednich operacjach – frezowanie powierzchni bocznych korpusu (rys. 3a),



Rys. 3. Obróbka korpusu na frezarce CNC: a) operacja 3– frezowanie powierzchni bocznych, b) operacja 4 i 5– obróbka otworów gwintowanych

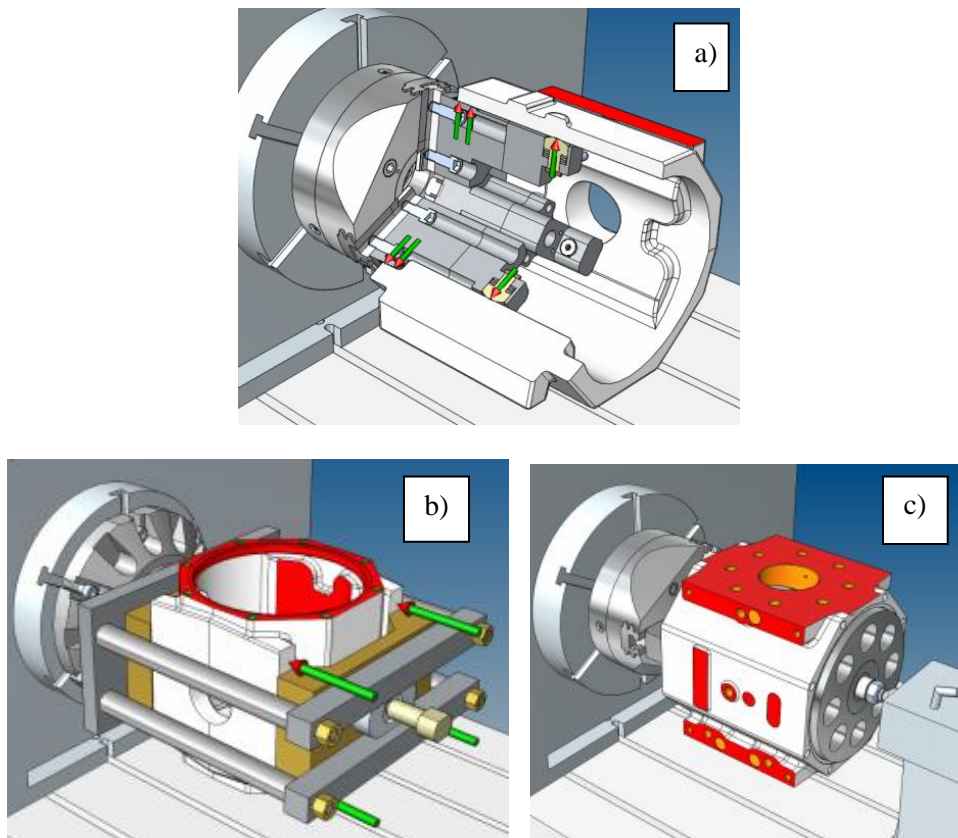
- operacja 4** na frezarce CNC, z wykorzystaniem tarczy przykręconej za pomocą rowków teowych do stołu obrabiarki, bazowanie na powierzchni wytoczonego zamka – obróbka otworów gwintowanych na powierzchni czołowej korpusu (rys. 3b),
- operacja 5** obróbka otworów gwintowanych z drugiej strony korpusu, przy pomocy przyrządów z operacji 4, bazowanie na powierzchni wytoczonego zamka.

3.2. WARIANT DRUGI OBRÓBKİ KORPUSÓW

W drugim procesie przeznaczonym do produkcji małoseryjnej zrezygnowano z operacji tokarskich, które w tym przypadku są czasochłonne ze względu na małe siły mocowania i konieczność manualnego osiowania korpusu w uchwycie trójszczękowym. Dla operacji 2 i 3 wykorzystano istniejące oprzyrządowanie stosowane dla części technologicznie podobnych. Takie rozwiązanie wymaga jednak zaprojektowania i wykonania dodatkowego przyrządu mocującego korpus dla operacji 1. W procesie projektowania wykorzystano oprogramowanie Solid Edge.

Proces technologiczny zawiera następujące operacje:

- operacja 1** - frezowanie powierzchni bocznych do ich „zabielenia”, bazowanie na nieobrobionych powierzchniach wewnętrznych (rys. 4a). Wprowadzenie tej operacji jest niezbędne, aby umożliwić zamocowanie korpusu w istniejących przyrządach, przy zachowaniu warunku wyboru pierwszej bazy na powierzchniach wewnętrznych korpusu.
- operacja 2** - wytaczanie zamków, wykorzystano istniejący przyrząd do obróbki czoł, wykonanie otworów gwintowanych na czołach korpusu, bazowanie odbywa się na powierzchniach obrobionych w operacji poprzedniej (rys. 4b),
- operacja 3** - frezowanie zgrubne i wykończeniowe powierzchni bocznych korpusu, bazowanie na powierzchniach obrobionych zamków w operacji 2 (rys. 4c).



Rys. 4. Obróbka korpusu na frezarce pionowej CNC: a) operacja 1– wykonanie baz do dalszej obróbki, b) operacja 2– wytaczanie zamków, wykonanie otworów gwintowanych, c) operacja 3– frezowanie powierzchni bocznych

Konstrukcja przyrządów obróbkowych:

Przyrząd 1. Mocowanie odbywa się w uchwycie trójszczekowym do którego dorobiono szczęki specjalne. W celu wycentrowania stosunkowo długiego korpusu wprowadzono dodatkowe trzpienie centrujące. Ponieważ mocowanie odbywa się na powierzchniach surowych wykonanych w technologii odlewania elementy centrujące osadzone są na podatnych sprężynach talerzowych. Mocowanie odbywa się tylko na powierzchni zamka z jednej strony korpusu. Szczęki takie oddziałują na niewielkiej powierzchni i nie mogą zapewnić dużej sztywności mocowania, dlatego rozwiązanie takie można stosować jedynie do obróbki wstępnych baz. Kątowe ustalenie korpusu zapewniają kołki mocowane do jednej ze szczęk. Przyrząd mocowany jest do tarczy stołu obrotowego sterowanego w czwartej osi, umożliwiającej obróbkę w kilku płaszczyznach. Przyrząd nie wymaga podparcia konikiem, dlatego możliwe jest użytkowanie go na centrach frezarskich poziomych jak i pionowych.

Przyrząd 2. Korpus obrabiany mocowany jest w przyrządzie o konstrukcji „klatkowej”. Docisk wywierany jest poprzez płytę za pomocą śruby. Dla osiągnięcia dużych sił mocowania powierzchnie bazujące muszą być poddane wcześniejszej obróbce. Przyrząd mocowany jest również do stołu 4osi obrabiarki CNC i może być stosowany zarówno na centrum poziomym jak i pionowym.

Przyrząd 3. Korpus mocowany jest pomiędzy dwoma tarczami skręconymi za pomocą trzpienia poza obrabiarką. Całość następnie montowana pomiędzy uchwytem a konikiem, zapewniając prawidłowe ustalenie korpusu względem stołu obrotowego sterowanego w czwartej osi. Bazowanie tarcz musi odbywać się na obrobionych zamkach korpusu, uniemożliwiając tym samym zastosowanie tej metody do surowych części. Przyrząd można stosować tylko na centrach poziomych ze względu na użycie konika.

Zaletą przedstawionego rozwiązania obróbki korpusu gazomierza jest ograniczenie liczby operacji i realizacja obróbki tylko na jednej obrabiarce, przy wykorzystaniu istniejącego oprzyrządowania. W związku z tym skróceniu ulega ilość zamocowań przedmiotu, co przekłada się również w końcowym efekcie na skrócenie czasu obróbki całego korpusu. Analizując powyższy wariant należy zwrócić uwagę na fakt, że operacje 1 i 3 pozwalają na obróbkę tych samych powierzchni, oraz na bardzo utrudnione zastosowanie tego wariantu na obrabiarce z poziomą osią wrzeciona. Postanowiono zatem rozważyć jeszcze inny wariant obróbki korpusu.

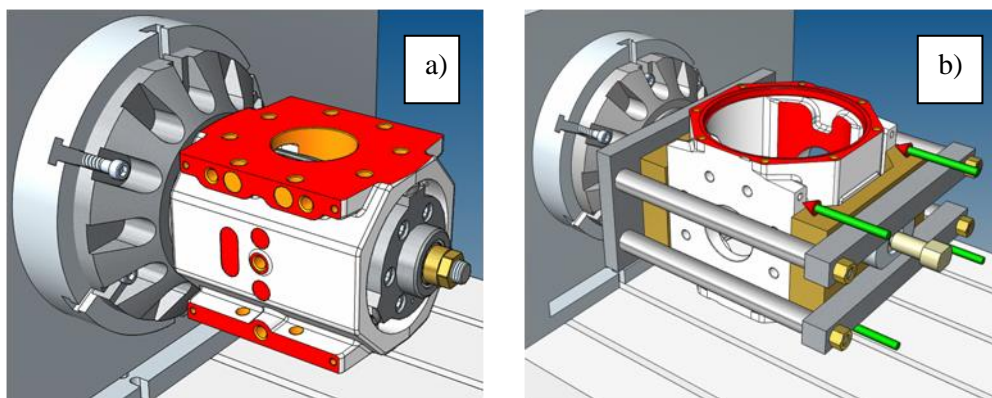
3.3. WARIANT TRZECI OBRÓBKİ KORPUSÓW

Kolejny, trzeci już rozpatrywany proces obróbki korpusów gazomierza, zakłada podobnie jak wariant drugi, wykorzystanie tylko jednej frezarki CNC. Wariant

technologii rozpatrywany jest dla produkcji seryjnej. Proces technologiczny zawiera następujące operacje:

operacja 1 frezowanie powierzchni bocznych na „gotowo”, bazowanie na nieobrobionych powierzchniach wewnętrznych (rys. 5a),

operacja 2 obróbka czoł, wytaczanie zamków, wykonanie otworów gwintowanych na czołach korpusu, bazowanie na powierzchniach obrobionych w operacji poprzedniej (rys. 5b),

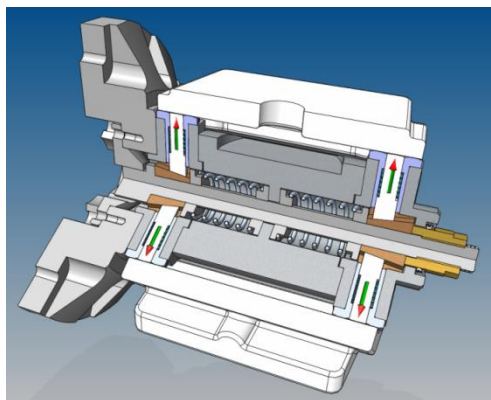


Rys. 5. Obróbka korpusu na centrum frezarskim CNC: a) operacja 1– frezowanie powierzchni bocznych, b) operacja 2– obróbka czoł (wytaczanie zamków, obróbka otworów gwintowanych)

Przyrząd 1. Przyrząd mocujący do pierwszej operacji pozwala na obróbkę zgrubną jak i wykańczającą, przy bazowaniu i mocowaniu na surowej wewnętrznej powierzchni korpusu. Przyrząd mocowany jest do tarczy stołu czwartej osi i nie wymaga podparcia konika. Zasada działania polega na mocowaniu przedmiotu obrabianego przy pomocy wysuwanych trzpieni. Trzpień wysuwają się w dwóch płaszczyznach w każdej po trzy. Uruchamiane są przy pomocy naprzeciwległych stożkowych kamieni ściskanych główną śrubą, przykręcaną przez operatora obrabiarki kluczem dynamometrycznym. Przyrząd ten przedstawiono na rysunku 6.

Przyrząd 2. Do realizacji operacji drugiej wykorzystuje się uchwyt obróbkowy analizowany w drugim wariancie procesu technologicznego (operacja 2, rys. 5b).

Zastosowanie oprzyrządowania specjalnego w operacji pierwszej umożliwia obróbkę powierzchni bocznych korpusu w jednym zamocowaniu. Tym samym wyeliminowana została operacja frezowania baz (operacja 1) z wariantu drugiego. Takie rozwiązanie przyczynia się niewątpliwie do skrócenia czasu zamocowania przedmiotu a tym samym – czasu obróbki całego korpusu.



Rys. 6. Przyrząd obróbkowy do realizacji obróbki operacji 1 wariantu 3

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Zaprezentowane warianty rozwiązań konstrukcyjnych uchwytów mocujących ukazują możliwości optymalizacji procesu obróbki z punktu widzenia technologa. W połączeniu z optymalnym doбором parametrów technologicznych obróbki, pozwoli to na minimalizację braków oraz zwiększenie dokładności wykonywanych korpusów.

Przedstawione warianty różnią się złożonością rozwiązań konstrukcyjnych przyrządów. W przypadku produkcji jednostkowej liczba operacji ma mniejsze znaczenie, priorytetem jest wykonanie korpusu zgodnego z dokumentacją. Gdy jest rozpatrywany wariant produkcji małoseryjnej, wówczas niezbędna jest konieczność wykonania oprzyrządowania, którego koszty będą miały duży wpływ na koszt gotowego wyrobu. W produkcji seryjnej istnieje konieczność wykonania bardziej skomplikowanego oprzyrządowania, umożliwiającego znaczne skrócenie czasu obróbki i czasu przygotowawczo-zakończeniowego.

Spośród zaprezentowanych rozwiązań technologii obróbki korpusu wybrano wariant trzeci, który umożliwia spełnienie założeń, takich jak: minimalna liczba operacji, krótki czas przygotowawczo-zakończeniowy, możliwość zastosowania oprzyrządowania na pionowych i poziomych centrach frezarskich, zapewnienie dużej sztywności układu OUPN. Wariant ten został przekazany do wykonania i wdrożenia w firmie Common.

LITERATURA

- [1] KORDOWSKA M., KOZŁOWSKI M., MUSIAŁ W., *Opracowanie modeli 3D uchwytów obróbkowych na obrabiarki sterowane numerycznie przy wykorzystaniu systemów CAD/CAM*. X Forum Inżynierskie ProCAx, Sosnowiec/Siewierz, 2011r.
- [2] SKARBIŃSKI M., SKARBIŃSKI J., *Technologiczność konstrukcji maszyn*. Warszawa, WNT, 1982.
- [3] FELD M.: *Uchwyty obróbkowe*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2002
- [4] BARYLSKI A., *Analiza technologiczności konstrukcji uchwytów obróbkowych*. Technologia i Automatyka Montażu, 2006, nr 3, 39-42.